

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of	)	
	)	
Norikazu OTA	)	Group Art Unit: Unassigned
	)	
Application No.: Unassigned	)	Examiner: Unassigned
	)	
Filed: December 16, 2003	)	Confirmation No.: Unassigned
	)	
For: FLYING TYPE THIN-FILM	)	
MAGNETIC HEAD	)	
	)	
	)	
	)	

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 367746/2002

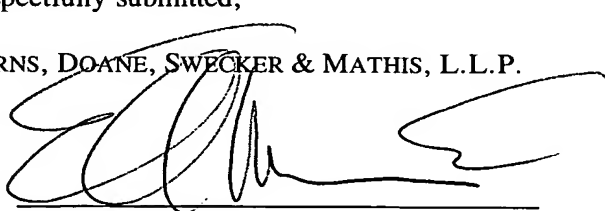
Filed: December 19, 2002

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

By:



Ellen Marcie Emas  
Registration No. 32,131

Date: December 16, 2003

P.O. Box 1404  
Alexandria, Virginia 22313-1404  
(703) 836-6620

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: December 19, 2002

Application Number: 367746/2002  
[ST.10/C]: [JP2002-367746]

Applicant(s): TDK Corporation

August 4, 2003

Commissioner,  
Patent Office

Yasuo IMAI (Official Seal)

Certificate Issuance No.2003-3062183

[Document] Application for Patent  
[Reference Number] 04445  
[Filing Date] December 19, 2002  
[Recipient] Commissioner, Patent Office  
[IPC Number] G11B 5/39  
[Inventor(s)]  
    [Address] c/o TDK Corporation  
              1-13-1, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo  
    [Name] Norikazu OTA  
[Applicant]  
[Identification Number] 000003067  
    [Name] TDK Corporation  
[Attorney]  
    [Identification Number] 100074930  
    [Patent Attorney]  
    [Name] Keiichi YAMAMOTO  
[General Fee]  
    [Deposition Account Number] 001742  
    [Amount] 21,000 yen  
[List of Attached Document]  
    [Document] Specification 1  
    [Document] Drawings 1  
    [Document] Abstract 1  
[Necessity of Proof] Necessary

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月 1 9 日  
Date of Application:

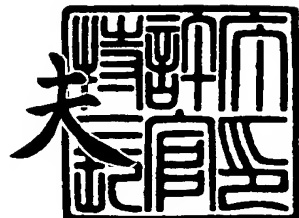
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 6 7 7 4 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 6 7 7 4 6 ]

出 願 人                      T D K 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 04445

【提出日】 平成14年12月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号ティーディーケー  
株式会社内

【氏名】 太田 憲和

【特許出願人】

【識別番号】 000003067

【氏名又は名称】 ティーディーケー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100074930

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 恵一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001742

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 浮上型薄膜磁気ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 書込み電流が流れるコイル導体及びヨークを有する書込みヘッド素子と、該書込みヘッド素子上に積層されたオーバーコート層と、前記コイル導体の上方の前記オーバーコート層内に形成されており該オーバーコート層より低い熱伝導率を有する材料による熱ブロック層とを備えたことを特徴とする浮上型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 積層面方向から見た前記熱ブロック層の面積が前記コイル導体の面積より大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の浮上型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】 前記熱ブロック層と浮上面との距離が  $15\ \mu\text{m}$  未満であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の浮上型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】 前記熱ブロック層と前記ヨークとの距離が  $7.5\ \mu\text{m}$  未満であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の浮上型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】 前記熱ブロック層より下方に形成されており、ヘッド動作時に発熱するヒータコイル導体をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の浮上型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】 前記熱ブロック層が、レジスト材料によって形成されていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の浮上型薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インダクティブ書込みヘッド素子を備えた浮上型薄膜磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

この種の浮上型薄膜磁気ヘッドにおいては、書込み動作時にコイルに書込み電

流を流すと、そのジュール熱によって書込みヘッド素子を被覆する保護膜であるオーバーコート層が熱膨張し、磁気ヘッドスライダが部分的に突出する。このため、低浮上量型の最近の薄膜磁気ヘッドにおいては、磁気ヘッドスライダの特に最も突出量の大きい後端（トレーリングエッジ）が、回転する磁気ディスクの表面と接触、クラッシュを起こす可能性がある。

#### 【0003】

このようなヘッドクラッシュを防止するための対策として、（１）コイルの電気抵抗を下げて発熱量を低減化すること、（２）基板上のアンダーコート層を薄くして放熱性を高めること、（３）保護膜上に金属パターンを形成して熱を発散させること（特許文献１）、（４）磁気ヘッドスライダのトレーリングエッジに切り欠きを設けること（特許文献２）、（５）磁気ヘッドスライダの保護膜の浮上面（ＡＢＳ）側に窪み部を設けること（特許文献３）などが提案されている。

#### 【0004】

##### 【特許文献１】

特開平５－２６６４２８号公報

##### 【特許文献２】

特開平７－３０７０７０号公報

##### 【特許文献３】

特開平４－３６６４０８号公報

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、今後の一層の低浮上化を考慮すると、提案されている各手法では、突出量の低減化が不十分であり、さらなる改善が望まれる。

#### 【0006】

従って本発明の目的は、熱膨張によるヘッドクラッシュの問題をさらに改善しさらなる低浮上化に対応可能な浮上型薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明によれば、書込み電流が流れるコイル導体及びヨークを有する書込みヘ

ッド素子と、書込みヘッド素子上に積層されたオーバーコート層と、コイル導体の上方のオーバーコート層内に形成されておりこのオーバーコート層より低い熱伝導率を有する材料による熱ブロック層とを備えた浮上型薄膜磁気ヘッドが提供される。

#### 【0008】

オーバーコート層内にこのオーバーコート層より低い熱伝導率を有する材料による熱ブロック層を設けることにより、磁気ヘッドスライダのトレーリングエッジ側への熱伝導量を効果的に低減でき、これによってそのトレーリングエッジの突出量を最小限に抑制することができる。

#### 【0009】

積層面方向から見た熱ブロック層の面積がコイル導体の面積より大きいことが好ましい。

#### 【0010】

熱ブロック層と浮上面との距離が $15\mu\text{m}$ 未満であることが好ましく、さらに、熱ブロック層とヨークとの距離が $7.5\mu\text{m}$ 未満であることがより好ましい。

#### 【0011】

熱ブロック層より下方に形成されており、ヘッド動作時に発熱するヒータコイル導体をさらに備えていることも好ましい。このヒータコイル導体は、ヘッドの書込み及び／又は読出し動作時に発熱して書込みヘッド素子及び／又は読出しヘッド素子を磁気ディスク表面方向に意図的に突出させて浮上量を低くさせるためのものであり、本発明は、このような構造の薄膜磁気ヘッドにおいても、熱伝導を効果的にブロックして磁気ヘッドスライダのトレーリングエッジの不必要な突出を最小限に抑制することができる。

#### 【0012】

熱ブロック層が、レジスト材料によって形成されていることも好ましい。

#### 【0013】

#### 【発明の実施の形態】

図1は本発明の薄膜磁気ヘッドの一実施形態における構成を概略的に示す断面図であり、図2はその斜視断面図である。本実施形態は、インダクティブ書込み



ヘッド素子と磁気抵抗効果 (MR) 読出しヘッド素子とが積層形成されている複合型薄膜磁気ヘッドの場合であるが、書込みヘッド素子のみを有する薄膜磁気ヘッドの場合であっても良いことは明らかである。

#### 【0014】

これらの図において、10はAl-TiCによる基板、11はその上に積層されたアンダーコート層（下地層）、12はアンダーコート層11の上に積層された絶縁層、13は絶縁層12上に形成された下部シールド層、14は下部磁極層兼上部シールド層、15は下部シールド層13及び上部シールド層14間にシールドギャップ層16を介して形成されたMR層、17はMR層15に電氣的に接続されているリード導体、18は磁気ギャップ層、19は上部磁極層、20は磁気ギャップ層18を介して下部磁極層兼上部シールド層14の先端部に対向している上部先端磁極、21は2段構造のコイル導体、22はコイル導体21を囲む絶縁層、23は上部磁極層19及び絶縁層22上に積層された例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>によるオーバーコート層（保護層）、24はオーバーコート層23内に形成されたこのオーバーコート層より低い熱伝導率を有する材料、例えばレジスト材料による熱ブロック層をそれぞれ示している。

#### 【0015】

オーバーコート層23は、そのABS側に切り欠きが設けられており、その下側段の角がトレーリングエッジ23aとなっている。上部先端磁極20は上部磁極層19に磁氣的に接続されており、この上部磁極層19は後方で下部磁極層兼上部シールド層14に磁氣的に接続されており、これらが書込み磁気ヘッド素子の磁気ヨークを構成している。

#### 【0016】

書込み磁気ヘッド素子を有する薄膜磁気ヘッドでは、コイル導体を流れる書込み電流によりジュール熱が発生し、これがその上に形成されているオーバーコート層に伝わる。従来技術によると、図3に示すように、オーバーコート層を構成するAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、熱伝導率が高いので熱せられることによって熱膨張し、これによって磁気ヘッドスライダのABSは通常位置30から膨張位置30'に部分的に突出する。その結果、ABSのトレーリングエッジも31から31'へと突

出量Pだけ変化し、磁気ディスク表面32との間隙が $S_N$ から $S_P$ へとかなり小さくなるので、ヘッドクラッシュが生じ易くなるのである。

#### 【0017】

これに対して、本実施形態においては、コイル導体21及び上部磁極層19の面積より大きい面積を有しておりこれらコイル導体21及び上部磁極層19を覆うようにレジスト材料による熱ブロック層24がこのオーバーコート層23内に形成されている。オーバーコート層23を構成する $Al_2O_3$ は熱伝導率が1 (W/mK) であるが、熱ブロック層24を構成するレジスト材料は熱伝導率が0.35 (W/mK) とかなり低いため、この熱ブロック層24により熱伝導がかなり阻止される。その結果、トレーリングエッジにおけるオーバーコート層23の熱膨張が抑制され、ABS方向への突出量が低減される。

#### 【0018】

図4は、ABSにおける各位置での熱膨張による突出量をシミュレーションした結果を表す特性図である。同図において、aは熱ブロック層を備えていない従来の薄膜磁気ヘッドの場合、bは熱ブロック層を備えた本実施形態の薄膜磁気ヘッドの場合をそれぞれ表している。なお、同図の横軸は基板10とアンダーコート層11との境界を基準位置とした場合に、ABSにおけるその基準位置からの距離である。この特性を求めた際の、熱ブロック層24の寸法は、ABSから見たときの高さである厚さが $1.0\mu m$ 、ABSからの奥行きが $106\mu m$ 、ABSから見たときの横幅が $113\mu m$ の長方形であり、コイル導体21の寸法は、高さが約 $55\mu m$ 、幅が約 $70\mu m$ であり、ABSから $6\mu m$ 離れた位置から奥に存在する構造とした。

#### 【0019】

同図のa及びbを比較すれば明確なように、本実施形態によれば、トレーリングエッジ近傍において、突出量が約0.3nm程度低減されており、これにより、低浮上量型の薄膜磁気ヘッドにおいても、トレーリングエッジが磁気ディスクの表面と接触、クラッシュする可能性がかなり低くなる。

#### 【0020】

図5は、熱ブロック層24の先端のABSからの離間距離を変えた場合のAB

Sにおける各位置での熱膨張による突出量をシミュレーションした結果を表す特性図である。同図において、Aは熱ブロック層を備えていない従来の薄膜磁気ヘッドの場合、BはこのABSからの離間距離が $3\mu\text{m}$ の場合、Cは $5\mu\text{m}$ の場合、Dは $15\mu\text{m}$ の場合、Eは $25\mu\text{m}$ の場合である。また同図の横軸は基板10とアンダーコート層11との境界を基準位置とした場合に、ABSにおけるその基準位置からの距離である。

#### 【0021】

同図より、熱ブロック層24の先端のABSからの離間距離が $15\mu\text{m}$ 未満であれば、トレーリングエッジ近傍において、突出量が従来技術より低減されることとなり、低浮上量型の薄膜磁気ヘッドにおいても、トレーリングエッジが磁気ディスクの表面と接触、クラッシュする可能性が低くなる。また、離間距離が $5\mu\text{m}$ 未満であれば、より好ましい結果が得られている。

#### 【0022】

図6は、熱ブロック層24の上部磁極層19からの離間距離を変えた場合のABSにおける各位置での熱膨張による突出量をシミュレーションした結果を表す特性図である。同図において、(a)は熱ブロック層を備えていない従来の薄膜磁気ヘッドの場合、(b)はこの上部磁極層19からの離間距離が $2\mu\text{m}$ の場合、(c)は $2.5\mu\text{m}$ の場合、(d)は $5.5\mu\text{m}$ の場合、(e)は $7.5\mu\text{m}$ の場合である。また同図の横軸は基板10とアンダーコート層11との境界を基準位置とした場合に、ABSにおけるその基準位置からの距離である。

#### 【0023】

同図より、熱ブロック層24の上部磁極層19からの離間距離が $7.5\mu\text{m}$ 未満であれば、トレーリングエッジ近傍において、突出量が従来技術より低減されることとなり、低浮上量型の薄膜磁気ヘッドにおいても、トレーリングエッジが磁気ディスクの表面と接触、クラッシュする可能性が低くなる。また、離間距離が $2.5\sim 5.5\mu\text{m}$ であれば、より好ましい結果が得られている。

#### 【0024】

図7は本発明の薄膜磁気ヘッドの他の実施形態における構成を概略的に示す断面図である。本実施形態は、インダクティブ書込みヘッド素子とMR読出しヘッ

ド素子とが積層形成されている複合型薄膜磁気ヘッドの場合であるが、書込みヘッド素子のみを有する薄膜磁気ヘッドの場合であっても良いことは明らかである。

#### 【0025】

同図において、70はAl-TiCによる基板、71はその上に積層されたアンダーコート層（下地層）、85はアンダーコート層71内に形成されたヒータコイル導体、72はアンダーコート層71の上に積層された絶縁層、73は絶縁層72上に形成された下部シールド層、74は下部磁極層兼上部シールド層、75は下部シールド層73及び上部シールド層74間にシールドギャップ層76を介して形成されたMR層、77はMR層75に電氣的に接続されているリード導体、78は磁気ギャップ層、79は上部磁極層、80は磁気ギャップ層78を介して下部磁極層兼上部シールド層74の先端部に対向している上部先端磁極、81は2段構造のコイル導体、82はコイル導体81を囲む絶縁層、83は上部磁極層79及び絶縁層82上に積層された例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>によるオーバーコート層（保護層）、84はオーバーコート層83内に形成されたこのオーバーコート層より低い熱伝導率を有する材料、例えばレジスト材料による熱ブロック層をそれぞれ示している。

#### 【0026】

オーバーコート層83は、そのABS側に切り欠きが設けられており、その下側段の角がトレーリングエッジ83aとなっている。上部先端磁極80は上部磁極層79に磁氣的に接続されており、この上部磁極層79は後方で下部磁極層兼上部シールド層74に磁氣的に接続されており、これらが書込み磁気ヘッド素子の磁気ヨークを構成している。

#### 【0027】

本実施形態では、特に、熱ブロック層83より下方のアンダーコート層71内にヒータコイル導体85が形成されている。このヒータコイル導体85は、ヘッドの書込み及び／又は読出し動作時に発熱して書込みヘッド素子及び／又は読出しヘッド素子をABS方向からに意図的に突出させて浮上量を積極的に低下させるためのものである。

## 【0028】

このヒータコイル導体 85 からの熱に加えて、書込み用のコイル導体 81 を流れる電流によりジュール熱が発生し、これがその上に形成されているオーバーコート層に伝わるおそれがあるが、本実施形態においては、コイル導体 81 及び上部磁極層 79 の面積より大きい面積を有しておりこれらコイル導体 81 及び上部磁極層 79 を覆うようにレジスト材料による熱ブロック層 84 がオーバーコート層 83 内に形成されている。オーバーコート層 83 を構成する  $Al_2O_3$  は熱伝導率が  $1 (W/mK)$  であるが、熱ブロック層 84 を構成するレジスト材料は熱伝導率が  $0.35 (W/mK)$  とかなり低いため、この熱ブロック層 84 により熱伝導がかなり阻止される。その結果、トレーリングエッジ 83a におけるオーバーコート層 83 の熱膨張が抑制され、ABS 方向への突出量が低減される。

## 【0029】

図 8 は、ABS における各位置での熱膨張による突出量をシミュレーションした結果を表す特性図である。同図において、(A) は熱ブロック層を備えていない従来の薄膜磁気ヘッドの場合、(B) は熱ブロック層を備えた本実施形態の薄膜磁気ヘッドの場合をそれぞれ表している。なお、同図の横軸は基板 70 とアンダーコート層 71 との境界を基準位置とした場合に、ABS におけるその基準位置からの距離である。この特性を求めた際の、熱ブロック層 84 の寸法は、ABS から見たときの高さである厚さが  $1.0 \mu m$ 、ABS からの奥行きが  $106 \mu m$ 、ABS から見たときの横幅が  $113 \mu m$  の長方形であり、コイル導体 81 の寸法は、高さが約  $55 \mu m$ 、幅が約  $70 \mu m$  であり、ABS から  $6 \mu m$  離れた位置から奥に存在する構造とした。

## 【0030】

同図の (A) 及び (B) を比較すれば明確なように、本実施形態によれば、トレーリングエッジ近傍において、突出量が約  $2.0 nm$  程度低減されており、これにより、ヒータコイルを有する低浮上量型の薄膜磁気ヘッドにおいても、トレーリングエッジが磁気ディスクの表面と接触、クラッシュする可能性がかなり低くなる。

## 【0031】

以上述べた実施形態は全て本発明を例示的に示すものであって限定的に示すものではなく、本発明は他の種々の変形態様及び変更態様で実施することができる。従って本発明の範囲は特許請求の範囲及びその均等範囲によってのみ規定されるものである。

## 【0032】

### 【発明の効果】

以上詳細に説明したように本発明によれば、オーバーコート層内にこのオーバーコート層より低い熱伝導率を有する材料による熱ブロック層を設けることにより、磁気ヘッドスライダのトレーリングエッジ側への熱伝導量を効果的に低減でき、これによってそのトレーリングエッジの突出量を最小限に抑制することができる。

### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の薄膜磁気ヘッドの一実施形態における構成を概略的に示す断面図である。

#### 【図2】

図1の薄膜磁気ヘッドの斜視断面図である。

#### 【図3】

磁気ヘッドスライダのABSの熱膨張による突出を説明する図である。

#### 【図4】

ABSにおける各位置での熱膨張による突出量をシミュレーションした結果を表す特性図である。

#### 【図5】

熱ブロック層の先端のABSからの離間距離を変えた場合のABSにおける各位置での熱膨張による突出量をシミュレーションした結果を表す特性図である。

#### 【図6】

熱ブロック層の上部磁極層からの離間距離を変えた場合のABSにおける各位置での熱膨張による突出量をシミュレーションした結果を表す特性図である。

#### 【図7】

本発明の薄膜磁気ヘッドの他の実施形態における構成を概略的に示す断面図である。

【図 8】

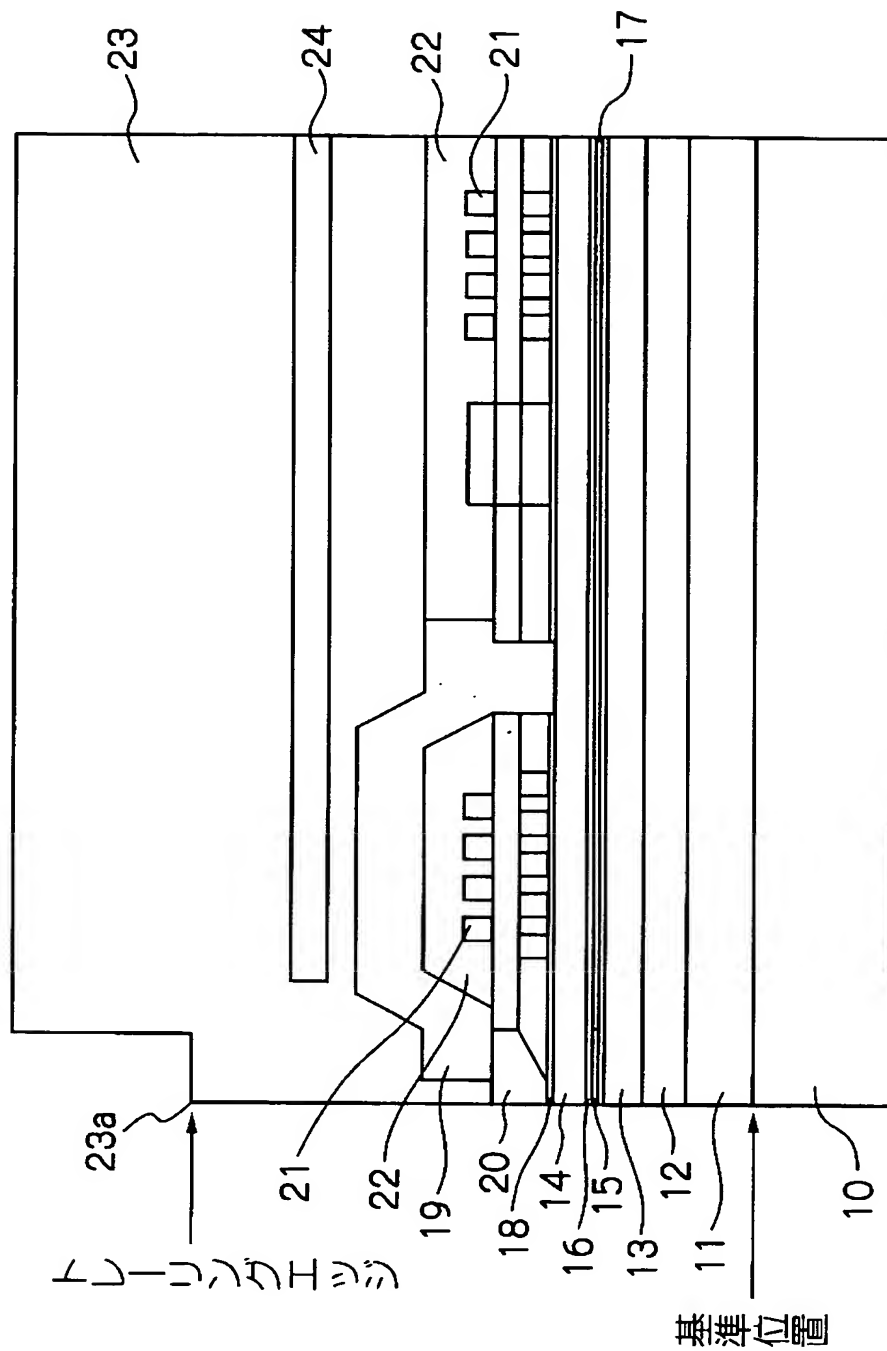
A B S における各位置での熱膨張による突出量をシミュレーションした結果を表す特性図である。

【符号の説明】

- 10、70 基板
- 11、71 アンダーコート層（下地層）
- 12、22、72、82 絶縁層
- 13、73 下部シールド層
- 14、74 下部磁極層兼上部シールド層
- 15、75 MR層
- 16、76 シールドギャップ層
- 17、77 リード導体
- 18、78 磁気ギャップ層
- 19、79 上部磁極層
- 20、80 上部先端磁極
- 21、81 コイル導体
- 23、83 オーバーコート層（保護層）
- 23a、31、31'、83a トレーリングエッジ
- 24、84 熱ブロック層
- 32a 磁気ディスク表面
- 85 ヒータコイル導体

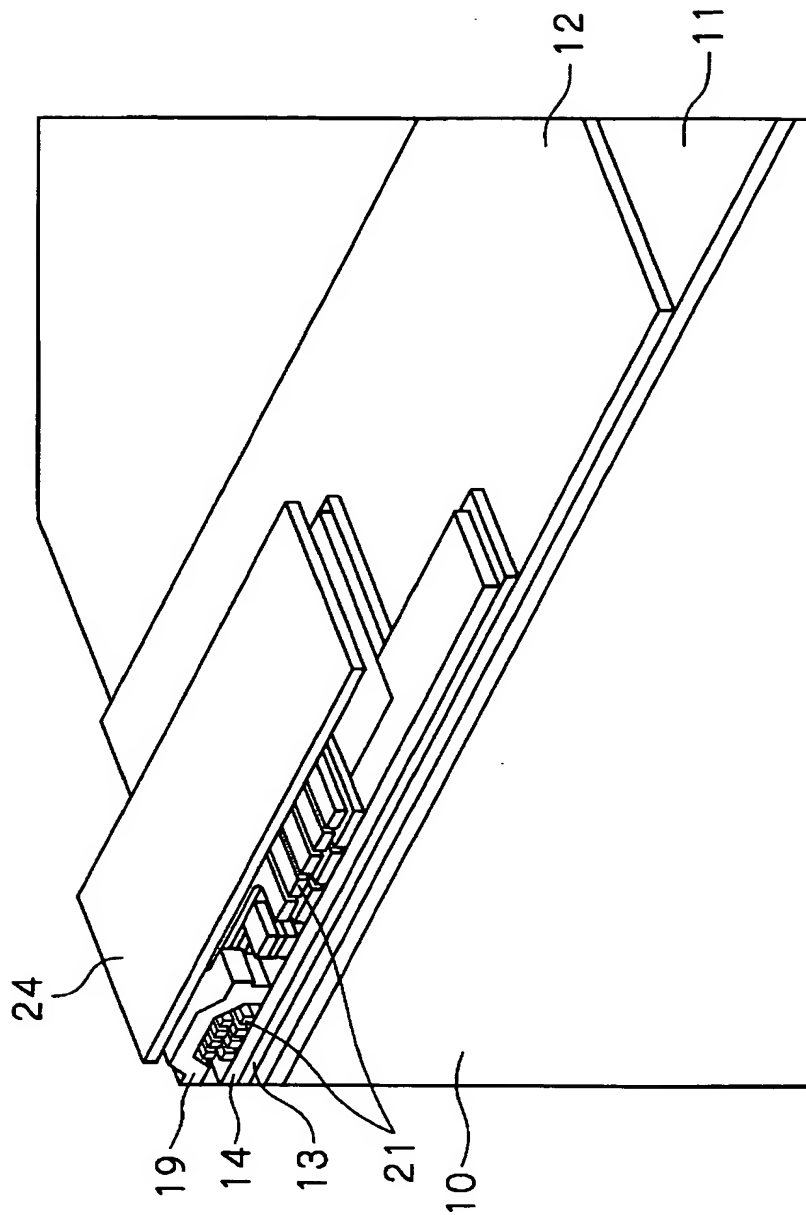
【書類名】 図面

【図 1】

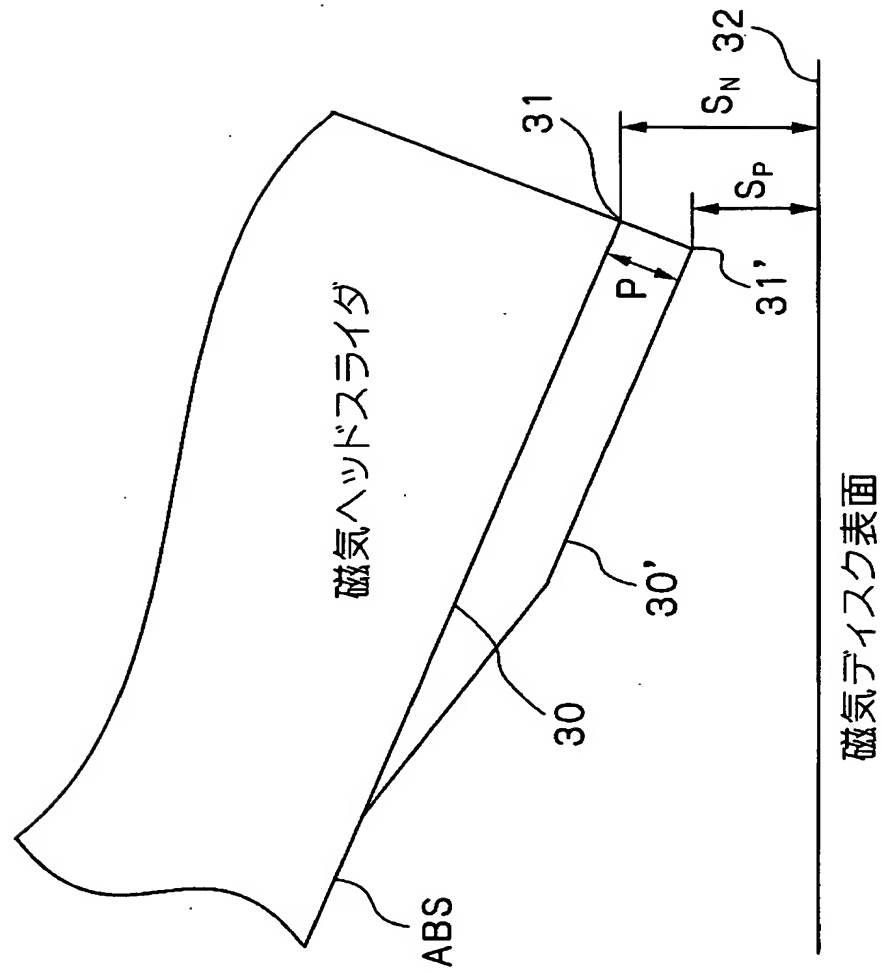




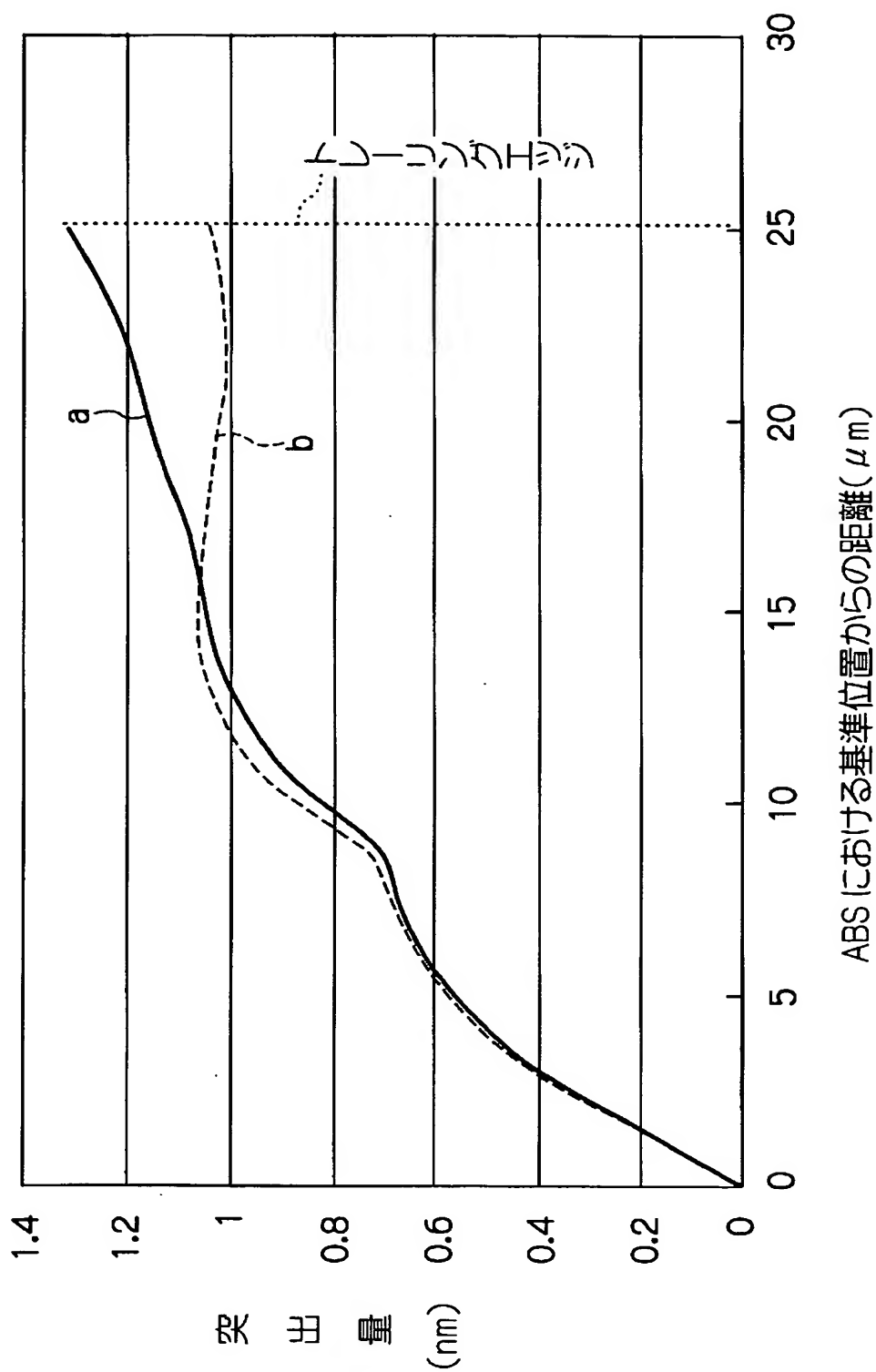
【図 2】



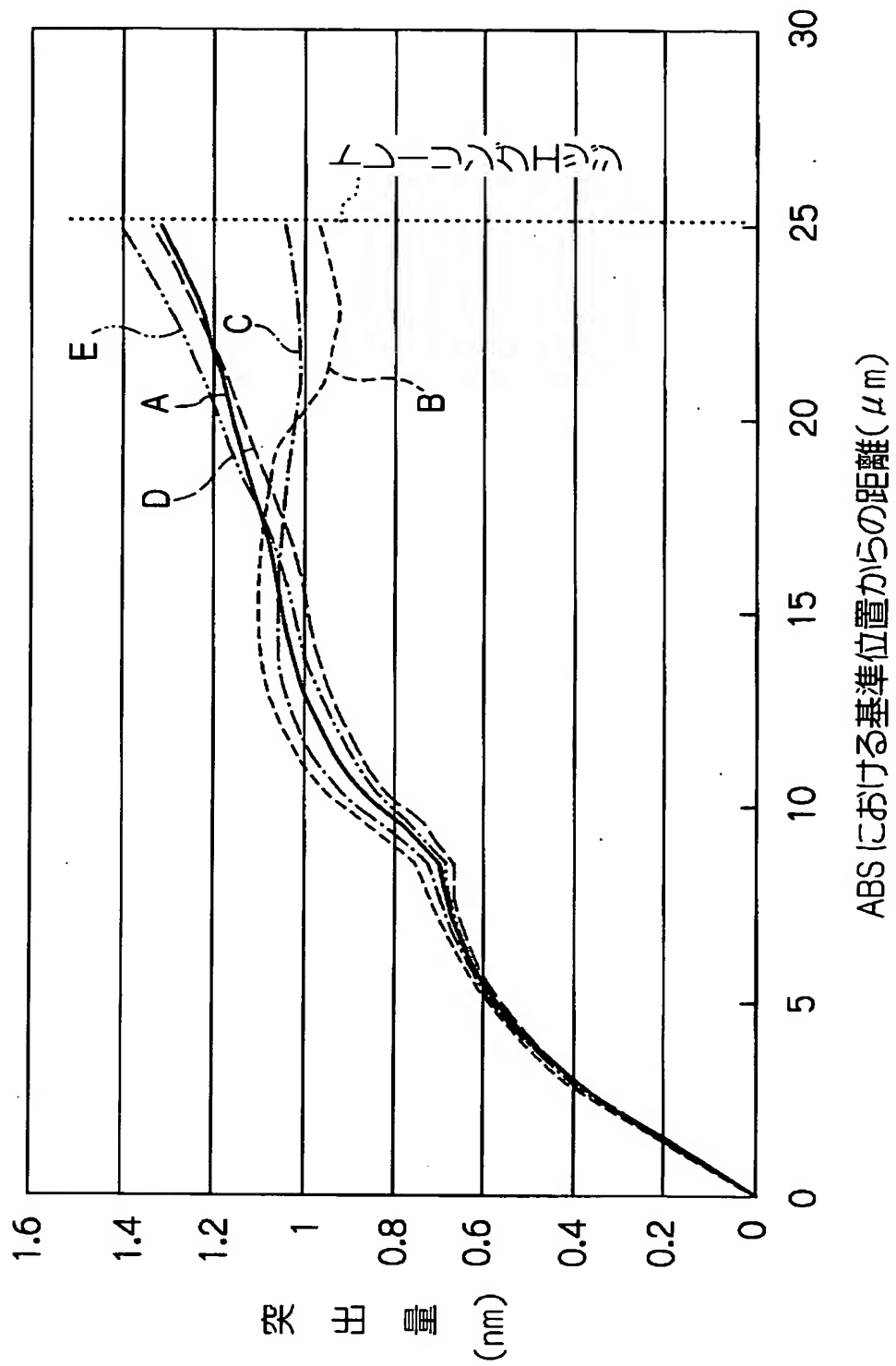
【図 3】



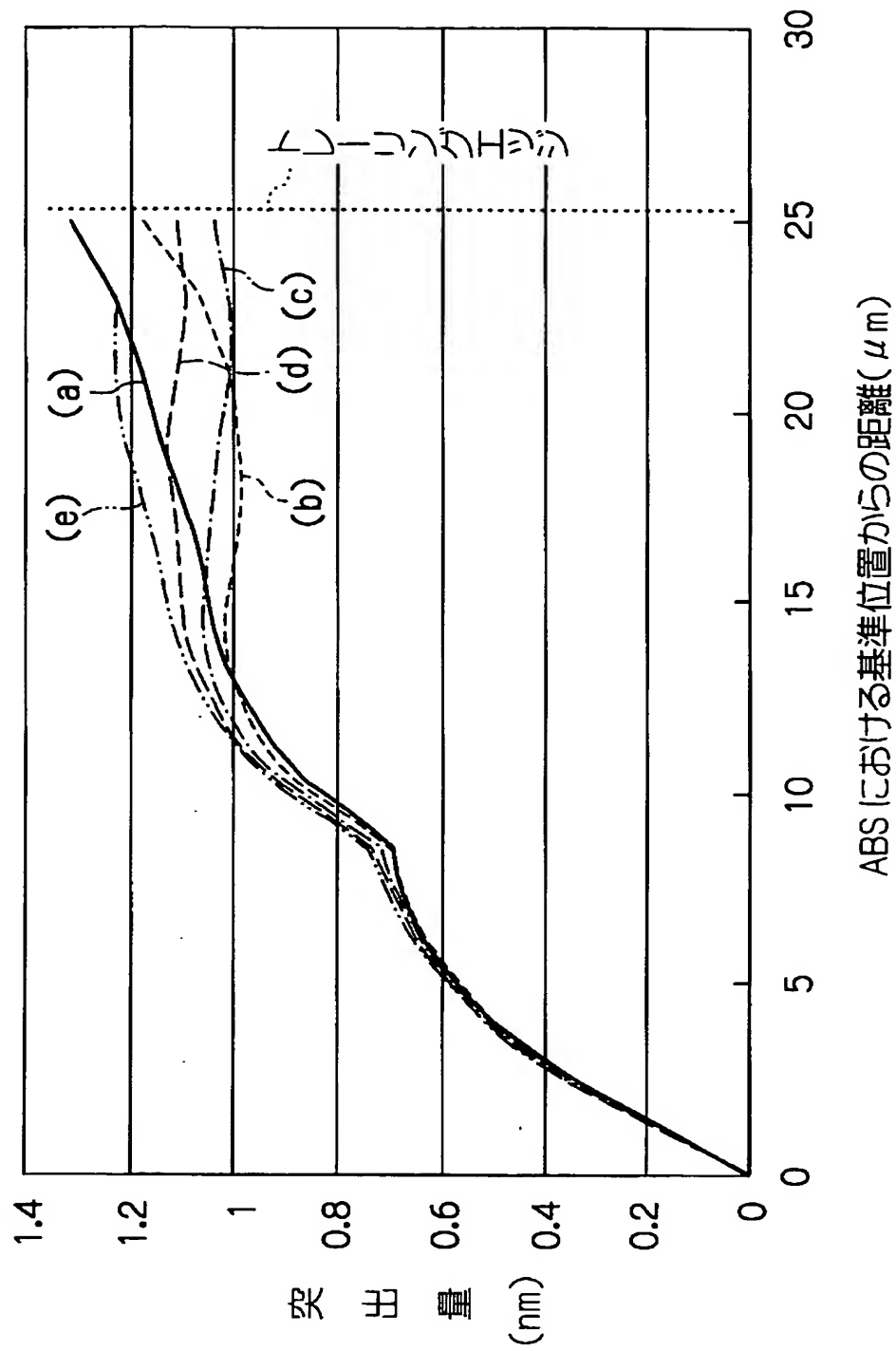
【図 4】



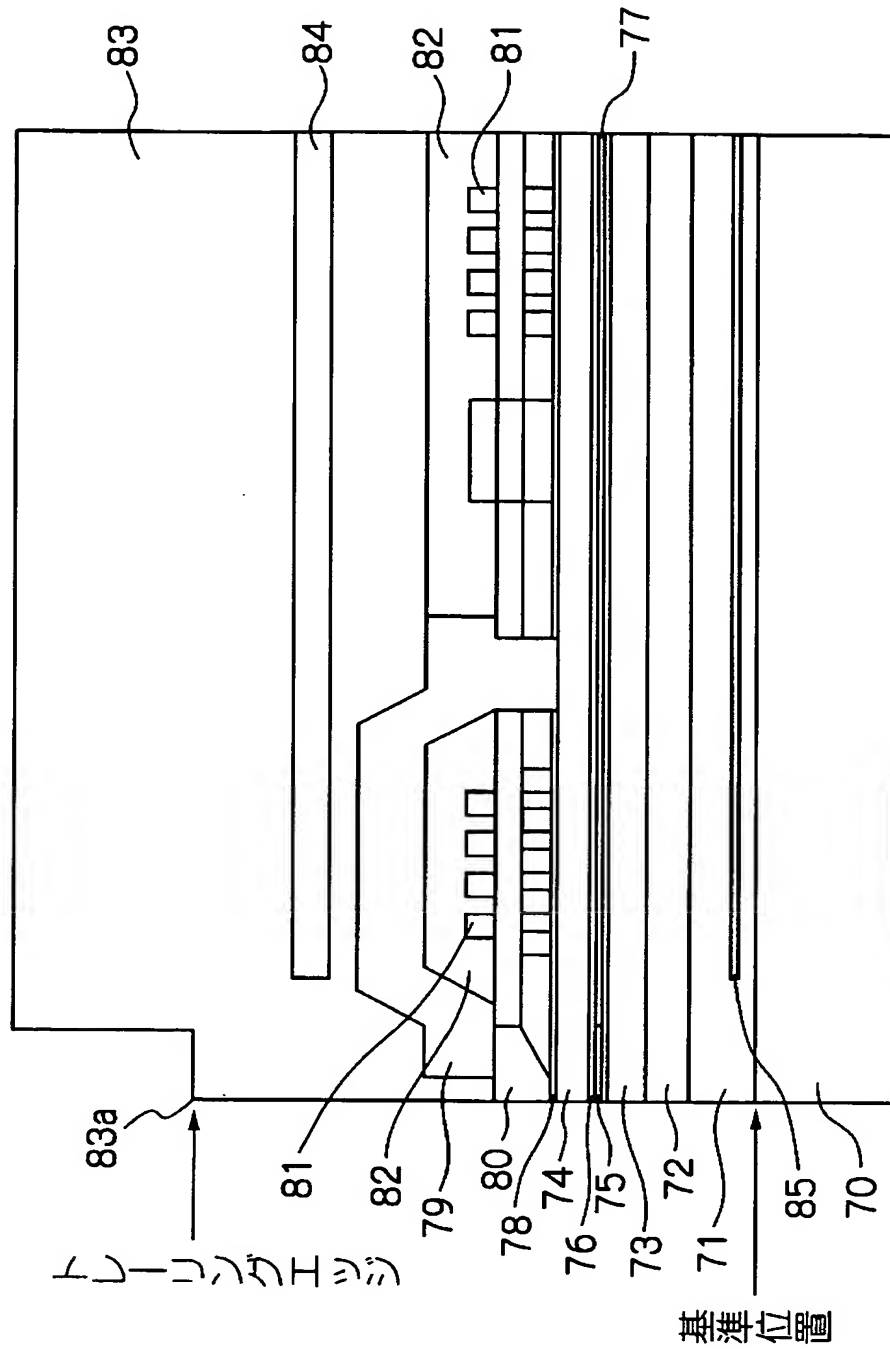
【図 5】



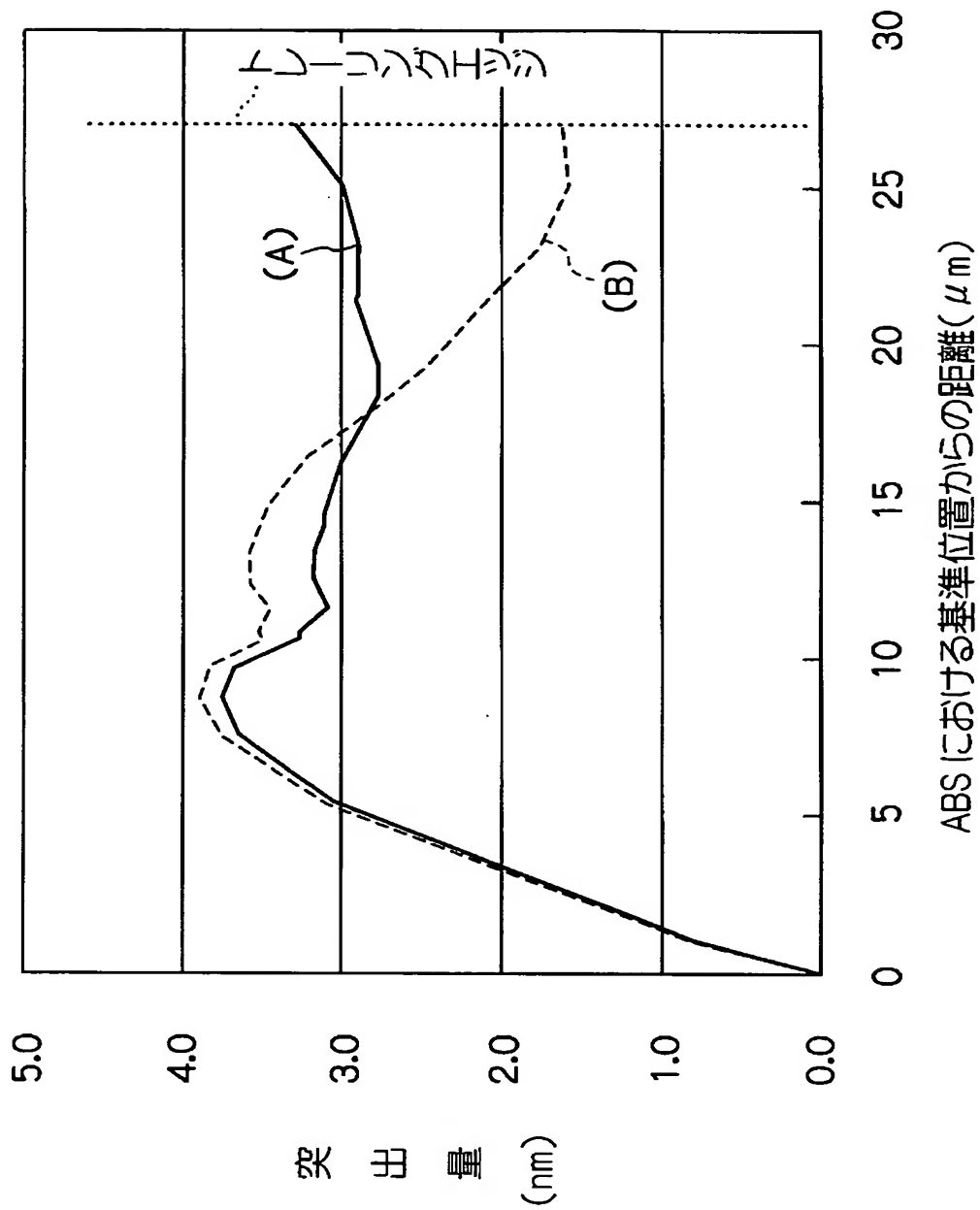
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 熱膨張によるヘッドクラッシュの問題をさらに改善しさらなる低浮上化に対応可能な浮上型薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 書込み電流が流れるコイル導体及びヨークを有する書込みヘッド素子と、書込みヘッド素子上に積層されたオーバーコート層と、コイル導体の上方のオーバーコート層内に形成されておりこのオーバーコート層より低い熱伝導率を有する材料による熱ブロック層とを備えている。

【選択図】 図1



特願 2002-367746

出願人履歴情報

識別番号

[000003067]

1. 変更年月日  
[変更理由]

住 所  
氏 名

1990年 8月30日

新規登録

東京都中央区日本橋1丁目13番1号  
ティーディーケー株式会社

2. 変更年月日  
[変更理由]

住 所  
氏 名

2003年 6月27日

名称変更

東京都中央区日本橋1丁目13番1号  
TDK株式会社